

Effet des Prétraitements sur la Germination des Semences de *Azelia africana* Smith ex Pers. en Milieu Semi Contrôlé en Basse Casamance (Senegal)

Aly Diallo
Boubacar Camara
Arfang Ousmane Kémo Goudiaby
Babacar Ndiaye
Saran Diallo

Université Assane SECK, Laboratoire d'Agroforesterie et d'Écologie (LAFE), Département d'Agroforesterie, UFR Sciences et Technologies, Ziguinchor, Sénégal

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n30p216](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n30p216)

Submitted: 01 July 2023
Accepted: 15 August 2023
Published: 31 October 2023

Copyright 2023 Author(s)
Under Creative Commons CC-BY 4.0
OPEN ACCESS

Cite As:

Diallo A., Camara B., Kémo Goudiaby A.O., Ndiaye B. & Diallo S. (2023). *Effet des Prétraitements sur la Germination des Semences de *Azelia africana* Smith ex Pers. en Milieu Semi Contrôlé en Basse Casamance (Senegal)*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (30), 216. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n30p216>

Résumé

Azelia africana Smith ex Pers. est une espèce très prisée pour son importance socioéconomique au niveau des pays du Sahel, ce qui entraîne une forte pression anthropique sur elle. A cela, s'ajoute les conditions climatiques défavorables qui handicapent souvent la régénération de l'espèce ainsi que sa conservation en milieu naturel. L'objectif de cette étude est de contribuer à la connaissance des conditions de germination des graines de *A. africana*. Pour ce faire, les semences ont subi trois (3) types de traitement au laboratoire d'Agroforesterie et d'Écologie à savoir le trempage dans cinq (5) différentes concentrations d'acide sulfurique (H₂SO₄) (10 % ; 30 % ; 50 % ; 75 % et 98 %) à des durées différentes (5 mn ; 10 mn ; 30 mn et 60 mn), le trempage dans de l'eau tiède et la scarification mécanique. Les résultats révèlent que les meilleures germinations ont été obtenues respectivement à l'acide sulfurique (75 %) avec une durée de trempage de 30 mn pour la catégorie acide, l'eau tiède pour une durée de trempage de 12 h pour la catégorie eau tiède et la scarification mécanique à 1 mm. L'application des résultats obtenus

présenterait des intérêts majeurs dans la disponibilité en quantité et qualité d'individus de *A. africana* pour assurer la régénération de l'espèce et ralentir les risques de disparition dans certaines zones du monde.

Mots-clés: *Afzelia africana*, prétraitement, germination et acide

Effect of Pre-Treatments on Germination of *Afzelia africana* Smith ex Pers. Seeds in a Semi-Controlled Environment in Lower Casamance (Senegal)

Aly Diallo

Boubacar Camara

Arfang Ousmane Kémo Goudiaby

Babacar Ndiaye

Saran Diallo

Université Assane SECK, Laboratoire d'Agroforesterie et d'Écologie (LAFE), Département d'Agroforesterie, UFR Sciences et Technologies, Ziguinchor, Sénégal

Abstract

Afzelia africana Smith ex Pers. is a species that is highly prized for its socio-economic importance in the Sahelian countries, which results in strong anthropic pressure on it. In addition to this, unfavourable climatic conditions often handicap the regeneration of the species as well as its conservation in the wild. The objective of this study is to contribute to the knowledge of the germination conditions of the *A. africana*'s seeds. To this end, the seeds under went three (3) types of treatment in the laboratory, namely soaking in five (5) different concentrations of sulphuric acid (H₂SO₄) (10%; 30%; 50%; 75% and 98%) at different durations (5min; 10min; 30min and 60min), soaking in warm water and mechanical scarification. The results reveal that the best germinations were obtained respectively with 75% acid with a soaking time of 30 min for the acid category, warm water with a soaking time of 12 h for the warm water category and mechanical scarification at 1mm.

Keywords: *Afzelia africana*, pre-treatment, germination and acid

Introduction

Environ 1,6 milliard de personnes dépendent des ressources forestières pour leurs moyens de subsistance, et 1,28 milliard d'entre eux, soit 80 %, vivent dans les pays en développement (FAO, 2008). L'Organisation des

Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO, 2007) a estimé dans le monde entier une déforestation près de 13 millions d'hectares, soit 0,7 % de la superficie forestière par an. Celle-ci est causée par l'augmentation du défrichement pour l'agriculture commerciale et de subsistance, l'exploitation forestière, le commerce du bois de chauffage et d'exploitation, les feux de forêt, l'expansion des établissements humains et de l'industrialisation. Les fruitiers forestiers, à usages multiples, sont exploités de manière extensive pour leurs fruits, leurs graines, le fourrage, le bois et la pharmacopée. Des problèmes de déforestation existant au niveau mondial, ils peuvent être ressentis plus localement par des millions de populations rurales dans les pays tropicaux qui en dépendent pour leur subsistance (Ochsner et al., 2001).

Les multiples utilisations de *Afzelia africana* Smith ex Pers. en Afrique de l'Ouest, en particulier l'utilisation des graines (agent épaississant, décoration, talisman etc.), ont entraîné une pression permanente sur les populations naturelles. L'espèce est très exploitée comme bois d'œuvre, bois de service et bois d'énergie. Les peuplements sont souvent également défrichés à des fins agricoles (Assogbadjo et al., 2010). C'est une espèce ligneuse polyvalente menacée par le manque de régénération naturelle. Ces différentes pressions anthropiques limitent non seulement la production en fruits de l'espèce, mais aussi entravent sa régénération en milieu naturel. En dehors de ces menaces, les graines de *Afzelia africana* manifestent une certaine dormance (Assogbadjo et al., 2010).

En outre, le taux de germination des graines dans la nature s'est avéré faible (Padonou et al., 2013). La germination des semences est l'une des plus importantes étapes du cycle de vie des plantes. La germination est touchée par l'ensemble des facteurs environnementaux affectant la croissance végétative. Elle nécessite une température favorable, de l'oxygène et de l'eau. Les semences de nombreuses espèces végétales ne peuvent pas germer malgré les conditions environnementales favorables requises pour la germination. Les principales raisons de ce problème, qui est appelée dormance des semences, sont la dureté et l'imperméabilité du tégument de la graine et la présence d'embryon dormant (Olmez et al., 2008). Dans ce cas, il est nécessaire de faire subir aux graines différents prétraitements pour obtenir un taux de germination satisfaisant (Dardour et al., 2014). La dormance (repos végétatif de la graine) peut être levée soit naturellement, soit artificiellement. Artificiellement, la dormance des graines est levée à travers des processus de prétraitements (simulation et application mécanique) pour rupture des téguments (Oboho & Ogana, 2012). Les prétraitements ont été utilisés par Nwoboshi (1982), Onyekwelu et Akindele (2002), Onyekwelu (2005) pour lever la dormance des semences pour de nombreuses espèces d'arbres tropicaux. Il s'agit des méthodes comme l'utilisation d'acide, le froid, l'eau, l'eau chaude, retrait de la couche de l'endocarpe. L'option d'utiliser l'une de ces méthodes par les

populations rurales doit être bien financièrement à leur portée ainsi que les modalités de fonctionnement. Cependant, peu d'études ont porté jusqu'à présent sur le comportement germinatif des semences de l'espèce *Azelia africana* en conditions contrôlées. C'est pourquoi, cette étude a été menée dans le but de trouver une solution pour lever de la dormance de l'espèce en vue d'obtenir une germination élevée, homogène et compenser la forte mortalité des individus. Il s'agit spécifiquement de tester l'effet de prétraitements sur la germination des semences de *A. africana* en vue de résoudre le problème de sa régénération naturelle.

Matériel et Méthodes

Présentation du site d'étude

L'essai a été mené au niveau du laboratoire et de la ferme expérimentale du département d'Agroforesterie de l'Université ASSANE SECK de Ziguinchor (UASZ). Elle est située à 12°32'15,488" de latitude Nord et de 16°16'40,89" de longitude Ouest (Figure 1) et est caractérisée par une pluviométrie moyenne comprise entre 1300 et 1500 mm par an (Ndiaye et al., 2018). Le climat est de type tropical qui appartient au domaine Sud soudanien côtier caractérisé par une longue saison sèche (Octobre à Mai), et une saison des pluieuses qui dure Quatre mois (Diatta et al., 2013). L'humidité relative est faible en Janvier, Février et Mars sous l'influence de l'harmattan. En Aout-Septembre l'air se rapproche de son point de saturation (Ndiaye et al., 2018).

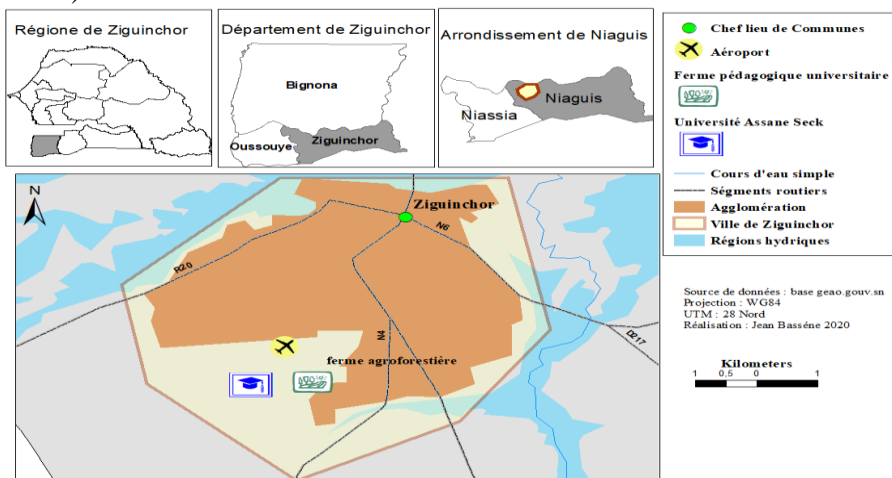


Figure 1. Carte de localisation du site (Ndiaye et al., 2018)

Matériel végétal

Le matériel utilisé est constitué de graines de *Azelia africana* récoltées dans la région de Ziguinchor et certifiées par le PRONASEF (Programme National de Semences Forestières).

Méthodes de prétraitement

Les graines de *A. africana* subissent trois (3) sortes de prétraitements : le trempage dans de l'eau tiède, le trempage dans de l'acide et une scarification à 1 mm. Dans tous les prétraitements, le témoin absolu est un lot de graines non trempées ni scarifiées.

Prétraitement 1 : Dans cette expérience, le traitement à l'eau tiède (entre 30 et 37°C) a impliqué un lot de 45 graines, soit 9 graines par durée de trempage (1 h, 6 h, 12 h et 24 h) réparties en trois graines par pot de germination contenant un substrat (coton hydrophile) :

Prétraitement 2 : Ce prétraitement permet d'évaluer l'effet de l'acide sulfurique (H_2SO_4) sur la germination des graines de *Afzelia africana*. Cinq (5) concentrations d'acide sulfurique (10, 30, 50, 75 et 98 %) et quatre (4) durées de trempage (5, 10, 30 et 60 minutes) sont comparées (tableau 1). Ces valeurs ont été retenues afin de déterminer les concentrations et les durées de trempage appropriés pour lever la dormance des graines. Nous nous sommes aussi appuyés sur les travaux de Amusa (2010). Ce prétraitement implique un total de 180 graines réparties en lot de 36 graines pour chaque concentration et 9 pour chaque durée avec 3 répétitions et pour chacune 3 graines.

Tableau 1. Concentrations et durées de trempage pour le prétraitement à l'acide sulfurique

Prétraitements	de	acide	acide	acide	acide	acide
		sulfurique (H_2SO_4) à 10 %	sulfurique (H_2SO_4) à 30 %	sulfurique (H_2SO_4) à 50 %	sulfurique (H_2SO_4) à 75 %	sulfurique (H_2SO_4) à 98 %
Durée de trempage		05 mn	05 mn	05 mn	05 mn	05 mn
		10 mn	10 mn	10 mn	10 mn	10 mn
		30 mn	30 mn	30 mn	30 mn	30 mn
		60 mn	60 mn	60 mn	60 mn	60 mn

Prétraitement 3 : Dans cette expérience, un lot de 9 graines de *Afzelia africana* est scarifié à l'aide d'une lame cutter. La scarification consiste à faire une incision superficielle et locale au niveau du pôle opposé à l'embryon de la graine à l'aide d'une lame afin d'enlever le tégument.

Après chaque prétraitement, les graines sont placées sur du coton hydrophile étalé dans des pots en plastique. Le coton est imbibé tous les jours durant l'expérience. Le relevé de germination a été fait tous les jours à partir du 2^{ème} jour après traitement.

A la suite de l'expérimentation au laboratoire, les meilleurs prétraitements identifiés sont appliqués en pépinière dans des gaines remplies de terreau pour déterminer leurs effets en milieu réel.

Collecte de données

Une graine est considérée comme ayant germé lorsque les cotylédons s'écartent pour laisser la radicule émerger (Diallo, 2002). Les observations sur

la germination sont faites pendant quinze (15) jours et les données collectées sont consignées dans une fiche. Ces données permettent de calculer le taux de germination correspondant au rapport entre le nombre de graines ayant germées et le nombre total de graines semées. La vitesse de germination est déterminée à partir de la durée médiane (DM).

➤ **Taux de germination :**

$$\text{Taux de germination} = \frac{\text{Nombre de graines ayant germé}}{\text{Nombre de graines semées}} * 100$$

➤ **Vitesse de germination :** elle est déterminée par la durée médiane

$$\text{Durée médiane} = T1 + \frac{0,5 - G1}{G2 - G1} (T2 - T1) \text{ (Lachiheb et al., 2004) Avec :}$$

G1 = pourcentage cumulé des graines germées dont la valeur est la plus proche de 50 % par valeur inférieure

G2 = pourcentage cumulé des graines germées dont la valeur est la plus proche de 50 % par valeur supérieure.

T1 = temps correspondant à G1

T2 = temps correspondant à G2

DM<5 : vitesse de germination rapide

Analyses statistiques

Les données collectées ont été soumises à une analyse de variance à un facteur (ANOVA) réalisée avec R 4.1.3.17. Lorsque les effets sont significatifs (p-valeur > 0,05), le test de Tukey est utilisé pour des comparaisons multiples de moyennes afin de détecter les différences significatives entre les taux de germination au seuil de 5 %.

Résultats et discussion

Résultats

L'analyse de variance a montré une différence très hautement significative entre les taux de germination obtenus avec les différents prétraitements (p-value < 0,05). En effet, l'acide (98 % 30 mn ; 75 % 5 mn et 10 mn ; 10 % 30 mn ; 30 % 5 mn), l'eau froide 12 h et la scarification 1 mm ont donné les meilleurs taux de germination (100 %). Le plus faible taux de germination a été obtenu avec l'acide 50 % 30 mn et 1 h (Tableau 2).

Tableau 2. Effet des prétraitements sur le taux germination

Prétraitements	Taux de germination (%)
Témoin	77,78±22,22 ab
Acide 10% 5mn	77,78±11,11 ab
Acide 50% 10%mn	44,44±29,40 ab
Acide 50% 30mn	11,11±11,11 b
Acide 50% 1H	11,11±11,11 b
Acide 75% 5mn	100±00,00 a
Acide 75% 10mn	100±00,00 a
Acide 75% 30mn	88,89±11,11 ab
Acide 75% 1H	100±00,00 a
Acide 98% 5mn	66,67±19,25 ab
Acide 98% 10mn	88,89±11,11 ab
Acide 98% 30mn	100±00,00 a
Acide 10% 10mn	44,44±11,11 ab
Acide 98% 1H	55,56±22,22 ab
Eau froide 1H	77,78±22,22 ab
Eau froide 6H	77,78±22,22 ab
Eau froide 12H	100±00,00 a
Eau froide 24H	55,56±22,22 ab
Eau froide 36H	88,89±11,11 ab
Scarification 1mm	100±00,00 a
Acide 10% 30 mn	100±00,00 a
Acide 10% 1H	66,67±19,25 ab
Acide 30% 5mn	100±00,00 a
Acide 30% 10mn	77,78±22,22 ab
Acide 30% 30mn	88,89±11,11 ab
Acide 30% 1H	77,78±22,22 ab
Acide 50% 5mn	88,89±11,11 ab
p =	000304 ***

Les moyennes suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% ;
 *** : différence très significative au seuil de 1 %. Le témoin absolu est un lot de graines non trempées ni scarifiées.

Effet du prétraitement à l'eau tiède sur le taux et la vitesse de germination des graines de *Azelia africana*

Il ressort l'analyse de la figure 2 qu'avec l'eau tiède, la durée de trempage de 12 h enregistre le meilleur taux de germination (100 %) avec le temps de latence le plus court (2 jours) et une vitesse de germination DM = 7 jours comparé aux autres temps de trempage.

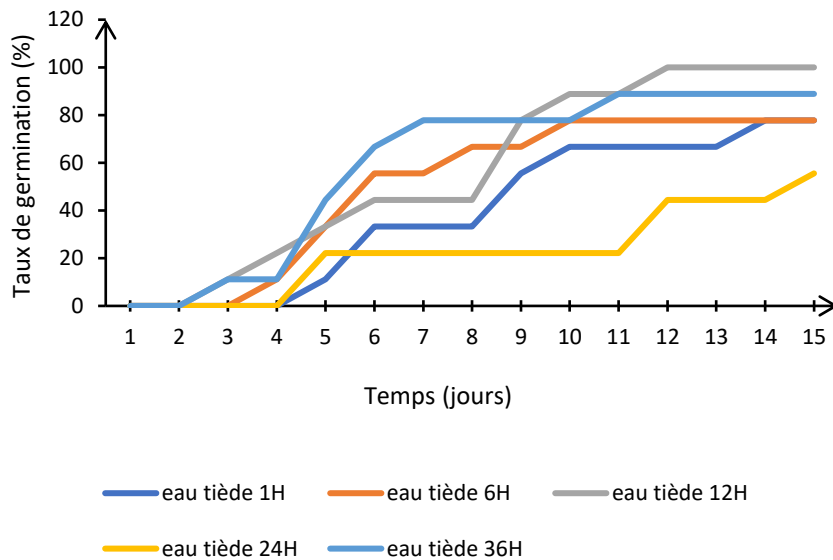


Figure 2. Germination des graines de *Afzelia africana* dans l'eau tiède en fonction du temps de trempage

Effet du prétraitement à l'acide sur le taux et la vitesse de germination des graines de *Afzelia africana* au labo

Pour les différentes concentrations d'acide, le taux de germination et le temps de latence (temps entre le prétraitement et la germination) varie en fonction de la durée de trempage. Les taux de germination les plus élevés (100 %) ont été obtenus avec les concentrations d'acide 10 %, 75 %, 98 % pour une durée de trempage 30 mn (figure 3a, figure 3d et figure 3e) et les concentrations 30 % et 50 % pour une durée de trempage de 5 mn (figure 3b et figure 3c). Comparé aux autres concentrations, l'acide 75 % enregistre le meilleur taux de germination (100 %) car ayant eu un temps de latence (3 jours) et une durée médiane (3 jours) plus courts. Les plus faibles taux de germination ont été obtenus les concentrations 10 %, 50 % et 98 % avec des durées de trempage plus longues (respectivement 10 mn, 1h et 1h).

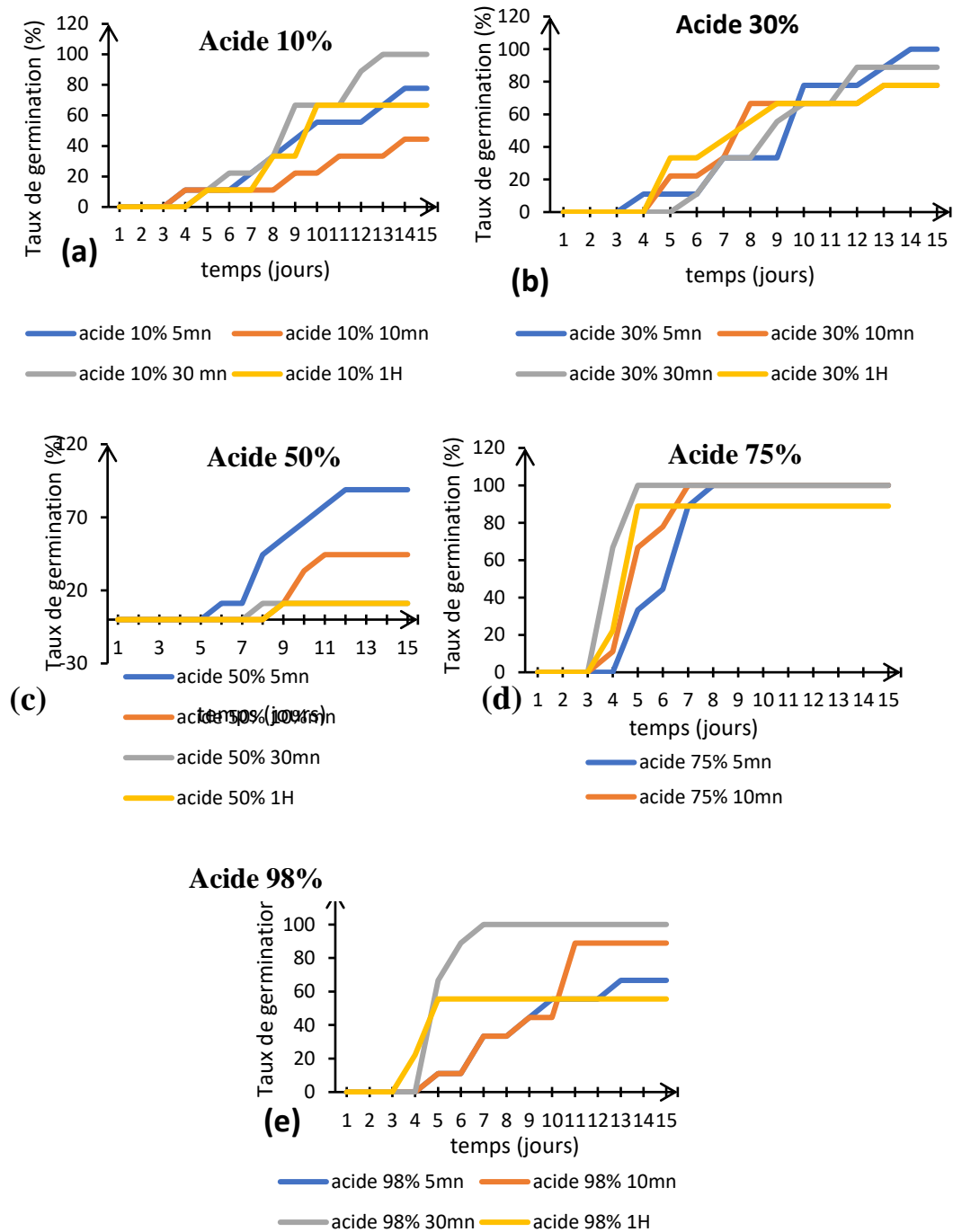


Figure 3. Germination des graines de *Afzelia africana* après trempage à durées différentes dans l'acide sulfurique

Comparaison des trois (3) meilleurs prétraitements sur le taux et la vitesse de germination

Le travail réalisé porte sur la recherche des meilleurs prétraitements à savoir sur le taux de germination des graines de *Afzelia africana* au laboratoire. L'analyse de la figure 4 montre que tous les traitements ont eu un taux de germination maximal de 100 % contrairement au témoin qui a un taux maximal de 89 %. Par contre, c'est l'acide 75 % qui a la vitesse de germination la plus rapide (DM = 3 jours < 5 jours) suivi de la scarification (DM = 6 jours) et de l'eau tiède 12 h (DM = 7 jours).

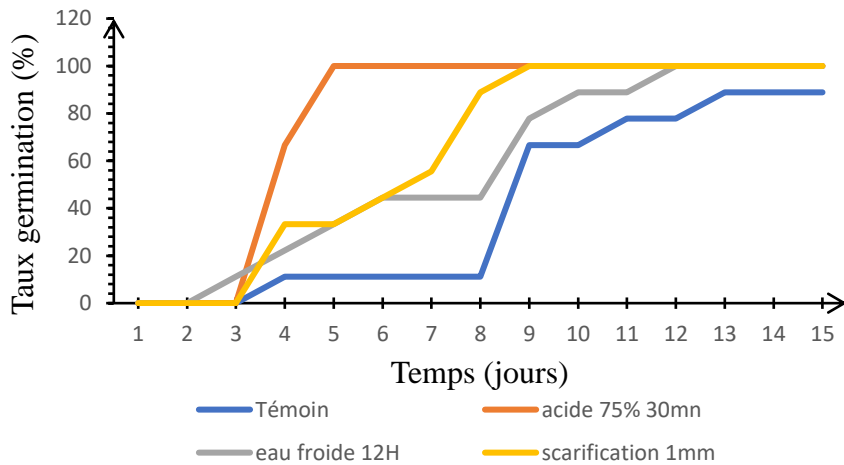


Figure 4. Evolution du taux de germination et de la vitesse de germination des graines de *Afzelia africana* par rapport aux différents traitements et au temps

Germination des graines de *Afzelia africana* en pépinière

L'évaluation de la germination des graines par rapport aux différents traitements (acide 75 %, eau tiède 12 h, scarification et le témoin) (figure 5) étudiée en pépinière montre aucune différence significative entre les différents prétraitements. Par contre, en terme de valeur absolue, les graines traitées avec l'acide 75 % et celles qui ont subi un prétraitement par scarification mécanique ont eu les taux de germination les plus élevés (88 %) suivies de celles trempées dans de l'eau tiède pendant 12 h (86%). Le témoin enregistre le plus faible taux de germination (74%).

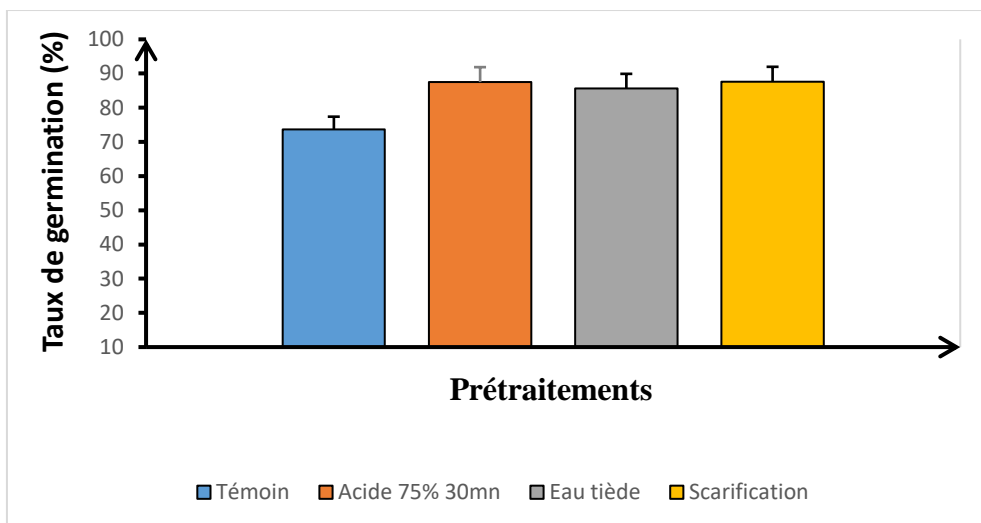


Figure 5. Germination des graines prétraitées sur terreau

Discussion

La dormance des graines se produit chez de nombreuses espèces ligneuses à des degrés divers. L'application des prétraitements pour étudier et comprendre la germination des graines de ces espèces ligneuses permet une maîtrise de leur sylviculture (Sina et al., 2020). Ainsi dans cette étude, trois (3) types de prétraitement (le trempage dans de l'acide sulfurique, le trempage dans de l'eau et la scarification mécanique) ont été appliqués aux graines de *Azelia africana*. Les résultats de cette étude montrent que le taux de germination varie significativement suivant le traitement utilisé. Pour le prétraitement à l'eau tiède et à l'acide sulfurique, le taux et la vitesse de germination dépendent de la durée de trempage pour l'eau tiède et pour l'acide ils dépendent de la concentration et de la durée de trempage. Il ressort des résultats du prétraitement à l'eau que la durée de trempage de 12 h a donné un taux plus élevé (100 %), un temps de latence plus court (2 jours) et une vitesse de germination correspondant à une durée médiane de 7 jours. Ces résultats sont en phase avec ceux de Owonubi et al., (2005) qui rapportent que le trempage des graines de *Azadirachta indica* pendant 1 h à 12 h a permis d'augmenter le taux de germination des graines de même que Ibrahim et Otegbeye (2004) avec les graines de *Adansonia digitata*. Avec une durée de trempage de 24 h ou de 36 h, le taux de germination par rapport celui de 12 h de trempage diminue. Robertson et Small (1977) affirment qu'une durée de trempage excessif des graines dans l'eau tiède peut réduire la germination. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que plusieurs espèces ont une perméabilité différente de leurs graines à l'eau et aux gaz (Owonubi et al., 2005). Diverses études ont été menées en ce qui concerne l'efficacité des différents traitements sur la germination des graines des essences forestières (Onyekwelu &

Akindele, 2002 ; Onyekwelu, 2005). Mais certaines des méthodes s'avèrent dangereuses pour les utilisateurs comme l'exemple de l'utilisation de la méthode de la levée de dormance par l'acide sulfurique (H_2SO_4). En effet, nos résultats ont montré que le prétraitement à l'acide sulfurique 98 % pendant 1h de trempage a donné un faible taux de germination des graines comparé aux autres prétraitements à l'acide à la même concentration mais à des temps différents. C'est ainsi que, Schmidt (2000) a estimé que, dans la plupart des cas des traitements portés sur les graines pour stimuler leur germination, plusieurs facteurs doivent être pris en compte, il s'agit du facteur temps, le risque de sécurité au cours de l'opération, la disponibilité des équipements et le coût relatif des méthodes sont importantes à considérer par rapport l'avantage physiologique. Les résultats ont montré aussi que l'acide avec une concentration de 75 % et une durée de trempage de 30 mn a donné le taux de germination le plus élevé avec un temps de latence le plus court (3 jours) et une vitesse plus rapide (DM=3 jours). Ces résultats corroborent ceux de Amusa (2011) qui a comparé trois (3) concentrations d'acide (10 % ; 50 % et 98 %) sur les graines de *Azalia africana*. Dans son étude, c'est la concentration de 50 % avec une durée de trempage de 10 mn et celle de 98 % avec durée de trempage de 30 mn qui ont donné le meilleur taux de germination (83 %). En effet la concentration de 75 % se trouve entre les concentrations 50 % et 98 % et pourrait donner le même résultat que ces dernières. Parmi les prétraitements eau tiède 12 h, acide 75 % 30 mn et scarification mécanique, c'est l'acide qui est plus efficace pour une germination rapide et uniforme. En effet, plus la rupture du tégument de *Azalia africana* est rapide, plus la germination est rapide et son taux est élevé. Il est d'autant plus vrai qu'une cause de la dormance des graines est la présence d'un tégument dur qui empêche l'entrée d'eau, l'échange de gaz et/ou la contrainte mécanique de l'embryon (Mayer et Maber, 1963). En pépinière, l'analyse de ce résultat montre que l'acide 75 % pendant 30 mn et la scarification ont donné le taux le plus élevé suivi du trempage à l'eau tiède et du témoin. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que la durée de germination des graines témoins est trop lente et certaines ont fini par pourrir. Cela peut être dû aux très fortes températures des mois chauds et par conséquent l'effet de la chaleur a eu un impact sur la levée des témoins.

Conclusion

La présente étude a mis en évidence l'effet des prétraitements sur la germination des graines de *A. africana*. Les résultats des tests de germination ont montré que l'acide 75 % avec un temps de trempage de 30 mn a donné le meilleur taux de germination. Pour le traitement eau tiède, la meilleure germination est obtenue avec une durée de trempage de 12 h. Ces résultats issus du test de germination vont contribuer à la connaissance de la

sylviculture de l'espèce et pourront constituer un outil de décision pour la prise en compte de cette dernière dans le programme de restauration des écosystèmes dégradés ainsi que la conservation et la protection de l'espèce contre les effets néfastes de l'action anthropique et du changement climatique. En définitive, cette étude a permis de comprendre que les meilleurs traitements pour la germination de graines de *A. africana* sont l'acide sulfurique 75 % et l'eau tiède pendant respectivement 30 mn et 12 H de trempage. Il sera donc conseillé aux sylviculteurs d'utiliser cette méthode pour une meilleure prise en compte de cette espèce menacée de disparition.

Toutefois une étude beaucoup plus approfondie sur l'évolution de l'espèce dans le milieu naturel (in situ) allant jusqu'à la production de bois ou de biomasse permettra de mieux appréhender son écosystème et par conséquent sa gestion durable.

Remerciements:

Nous remercions le Laboratoire d'Agroforesterie et d'Ecologie (LAFE) et le Laboratoire de Chimie et Physique des Matériaux (LPCM) de l'Université Assane SECK de Ziguinchor pour leurs soutiens et contributions dans ce travail.

Conflits d'Interets : Les auteurs attestent sur l'honneur qu'il n'y a aucun conflit d'intérêt.

Contributions des auteurs

Aly Diallo, Boubacar Camara et Arfang Ousmane Kémo Goudiaby ont contribué, à part égale, à la conception de cette étude, aux expérimentations en laboratoire et à la rédaction de cette publication. Babacar Ndiaye et Saran Diallo ont également contribué aux expérimentations en laboratoire et à la rédaction. Tous les auteurs ont contribué à la révision du manuscrit.

Disponibilité des données: Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Declaration de financement: Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Amusa T. O. (2011). Effects of three pre-treatment techniques on dormancy and germination of seeds of *Azizelia africana* (Sm. ex Pers.). *Journal of Horticulture and Forestry*, 96–103.

2. Assogbadjo A. E., Glele Kakai R., et Sinsin B. (2010). *Afzelia africana* caesalpiniaceae. *Etat actuel de la diversité végétale*. 76 p.
3. Bewley J.D. (1997). Seed Germination and Dormancy. *Am. Soc. Plant Physiol.* 9, 1055–1066.
4. Dardour M., Daroui E. A., Boukroute A., Kouddane N. E. et Berrichi A., 2014, Etude de prétraitements des graines de *Brachychiton populneus* (Schott & Endl.). *Environ. Sci.* 5 (6) (2014) 1877-1884.
5. Diatta C.D., Gueye M., Akpo L.E. (2013). Les plantes médicinales utilisées contre les dermatoses de la pharmacopée Bainouk de Djibonke, Sénégal. *Journal of Applied Biosciences*, (70), 5599-5607.
6. FAO (2007). *État des forêts du monde*, Rome 5: 21 - 22.
7. FAO (2008). Analyse des aspects socioéconomiques des produits forestiers non-ligneux (PNFL) en Afrique Centrale 34 p.
8. Ibrahim A., Otegbeye G.O. (2004). Methods of achieving optimum germination in *Adansonia digitata*. *Bowen Journal of Agriculture*. Volume 1 (1). 53-58
9. Lachiheb K., Neffati M., Zid E. (2004). Aptitudes germinatives de certaines graminées halophytes spontanées de la Tunisie méridionale, *In* : Ferchichi A. (comp.), Ferchichi A. (collab.). *Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens*. Zaragoza : CIHEAM, 2004, p. 89-93 (Cahiers Options Méditerranéennes ; n. 62).
10. Mayer A. et Maber P. (1963), *The Germination of seeds*. Pergamon press, Oxford. 236p.
11. Ndiaye O., Goudiaby A.O.K., et Sambou A. (2018). Effets of substrate ou germination and growth of *Moringa oleifera* Lam., *Acacia mellifera* (Vahl) Benth. and *Zizyphus mauritiana* Lam. Seedhings. *REFORESTA*, (6), 86-99.
12. Nwoboshi L. C. (1982). *Tropical Silviculture principles and techniques*. Ibadan *University press*, Nigeria, 333pp
13. Olmez Z., Yahyaoglu Z., Temel F. et Gokturk A. (2008). Effects of some pretreatments on germination of bladder-senna (*Colutea armena* Boiss. and Huet.) and smoke-tree (*Cotinus coggygria* Scop.) seeds, *Journal of Environmental Biology*, 29(3), 319-323.
14. Oboho E.G., Ogana F.N. (2012). Effects of varying hot water temperatures on the germination and early growth of *Dialium guineense* (Willd) seeds. *Annals of Biological Research*, 3 (3):1247-1254
15. Ochsner P., Nathan I., Pedersen A. (2001). Comment atteindre les populations rurales dans le développement pays avec matériel végétal de qualité arbre. Aider les propriétaires forestiers, les agriculteurs et les intervenants la prise de décision. Union internationale des Actes

- des forêts de l'Organisation de recherche de l'Extension Working party (56- 06-03) Symposium 2001.
16. Onyekwelu J. C, Akindele L. O. (2002). Effects of pre-treatments on the germination of the seeds of *Chrysophyllum albidum*. *Applied Tropical Agriculture* 7: 23 – 28.
 17. Onyekwelu J. C. (2005). Appropriate pre-treatment technology for breaking dormancy and regularizing germination of *Irvingia gabonensis* seeds. *The Nigeria Journal of Forestry* Vol. 34 (1 and 2): 88 – 97.
 18. Owonubi J. J, Otegbeye G. O, Nwokedi C., 2005, Development of Pregermination technique for *Azadirachta indica*: preliminary investigation. In: Sustainable Forest Management in Nigeria: Lessons and Prospects (eds. L. Popoola, P. Mfon and P.I. Oni). Proceedings of the 30th Annual Conference of the Forestry Association of Nigeria, held in Kaduna, Kaduna State.7-11th November, 2005. pp 29-38.
 19. Padonoue A., Kassa B., Assogbadjo A. E., Chakeredza S., Babatoundé B. et Glélé R. (2013). Differences in germination capacity and seedling growth between different seed morphotypes of *Azizelia africana* Sm. in Benin (West Africa). *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* (2013) 88 (6) 679–684.
 20. Robertson B. et Small J., 1977, Germination of *Jubaeopsis caffra* seeds. *Principles* 21: pp114-122.
 21. Sanogo I.S. (2015). Essais de germination et conservation de fruits et graines de quelques espèces ligneuses à usages multiples au Mali. PhD University of Gand, Belgique 231 p.
 22. Schmidt L. (2000). Guide to handling of tropical and subtropical forest seeds. Danida forest seed centre (DFSC). Humle back, Denmark, 511p.